

BEST AVAILABLE COPY

PAT-NO: JP409203626A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09203626 A

TITLE: PROBING DEVICE FOR MEASURING INSTRUMENT

PUBN-DATE: August 5, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKAHASHI, JUNICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RICOH CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08011255

APPL-DATE: January 25, 1996

INT-CL (IPC): G01B011/30, G01B021/30, G01N037/00, G01R029/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a probing device for a physical-quantity measuring apparatus, which can achieve the compact configuration and the array pattern and has the less measuring errors caused by noises, by using an optical waveguide having the cantilever- beam structure.

SOLUTION: This probing device for a measuring instrument has a first waveguide 11 (having a cantilever-beam structure), which is movable with respect to a substrate 9, and to which a probe 23 is connected, and a second optical waveguide 13, which has an edge 13a facing an edge 11a of the first optical waveguide 11 and is fixed to the substrate 9. In this probing device, when force such as interatomic force, magnetic force and electrostatic attraction force acts on the probe 23, which is attached to the tip of the first optical waveguide 11 having the cantilever-beam structure, the first optical waveguide 11, which is movable with respect to the substrate 9, is deformed. The force acting on the probe can be detected by detecting the degree of the deformation based on the change in amount of light transmitting from the first optical waveguide 11 to the second optical waveguide 13. Therefore, the probing device, which has the simple structure, can achieve the compact configuration and the array pattern, and has the less measuring errors

caused by noises, can be achieved.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-203626

(43)公開日 平成9年(1997)8月5日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/30			G 0 1 B 11/30	Z
			21/30	Z
G 0 1 N 37/00			G 0 1 N 37/00	A
G 0 1 R 29/12			G 0 1 R 29/12	F

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平8-11255

(22)出願日 平成8年(1996)1月25日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 高橋 淳一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

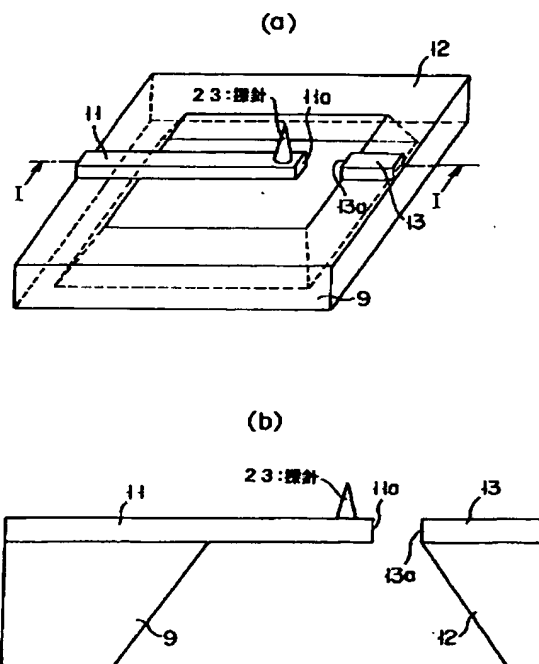
(74)代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54)【発明の名称】 測定器用探針装置

(57)【要約】

【課題】片持ち梁構造の光導波路を用いて、小型化、アレイ化が可能で、かつノイズによる測定誤差が小さい、物理量測定装置用の探針装置を提供する。

【解決手段】本発明の測定器用探針装置は、基板9に対して可動で探針23が接続された(片持ち梁構造の)第一の光導波路11と、この第一の光導波路11の端面11aに対向する端面13aを有し基板9に固定された第二の光導波路13とを備えている。そしてこの探針装置では、片持ち梁構造の第一の光導波路11の先端に取り付けた探針23に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くと、基板9に対して可動である第一の光導波路11が変形し、この変形の度合いを第一の光導波路11から第二の光導波路13に伝搬する光の光量変化によって検出することにより、探針に働く力を検出できる。従って、構造が簡単で小型化、アレイ化が可能で、かつノイズによる測定誤差が小さい探針装置を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板に対して可動で探針が接続された第一の光導波路と、この第一の光導波路の端面对向する端面を有し、前記基板に固定された第二の光導波路とを備えたことを特徴とする測定器用探針装置。

【請求項2】基板に対して可動で探針が接続された第一の光導波路と、前記基板に固定された第二の光導波路と、前記第一の光導波路を伝搬する光と前記第二の光導波路を伝搬する光とが干渉を起こすようにこれら2つの光導波路が合流する前記基板上の位置に配設された第三の光導波路とを備えたことを特徴とする測定器用探針装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、探針（プローブ）を用いて、感光体やトナー、その他の種々の測定対象物の表面電位や表面形状等の物理量を測定する物理量測定装置に適用される測定器用探針装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

（1）従来技術1：物理量測定装置に用いられる探針装置の構成としては、例えば図7に示すようなものが知られている（特開平1-109561号公報参照）。この従来例は、小型化が困難な光干渉法や光てこ等の光学的手法によらず、小型化、アレイ化が可能な電気的手法により、片持ち梁の曲がりを検出しようとしたものである。図7において、基板1の一端には、3本の片持ち梁2a、2b、2cがV字型の構造をなして設けられる。これら3本の梁の先端部には下方（Z方向）に向けた導電性の探針3が取り付けられている。この探針3には配線パターン4（以下、配線という）が接続され、この配線4は片持ち梁2c上に形成され基板1上のパッド部5と接続されている。また、片持ち梁2a、2bの付け根付近には歪み検出素子としてピエゾ抵抗6a、6bが形成されており、このピエゾ抵抗6a、6bには配線7a、7bが接続され、この配線7a、7bは基板1上のパッド部8a、8bと接続されている。

【0003】これにより、パッド部5から配線4を介して探針3に電圧が印加されると、試料（測定対象物：図示せず）の表面と探針3との間に静電引力が作用し、片持ち梁2a、2bが変形する。この機械的変形をピエゾ抵抗6a、6bにより検出し、配線7a、7bからパッド部8a、8bを通じて電気信号に変換して出力することにより、探針3に加わる力を測定することができる。この場合、探針電位は例えば1KVになるため、探針と配線の間で放電が生じやすいが、片持ち梁2cと片持ち梁2a、2bとの間の距離Dを十分離すことによって放電が生じないようにすることができる。

【0004】（2）従来技術2：図8、9に示すように、片持ち梁と光導波路を用いた光ICセンサが提案さ

れている（「マイクロメカニカル光ICセンサ」、オプトロニクス、1992、No. 9、p. 97）。このマイクロメカニカル光ICセンサでは、図8に示すように、基板9の中央には片持ち梁10が設けられ、この片持ち梁10上にはその延在した方向に沿って光導波路11が形成されている。この片持ち梁10の先端のギャップを挟んだ基板9の固定部12上には、前記光導波路11の端面11aと対向する端面13aを有する光導波路13が形成されている。この様な構造の基板9において、光導波路11を伝搬してきた光は片持ち梁10の先端に位置する端面11aから放射され、この放射された光はこれと対向する端面13aから入射して再結合し光導波路13内を伝搬していく。この場合、図9（a）に示すように、片持ち梁10が変形していない状態では、光導波路11、13間で光軸ズレが生じないため、伝搬される光量が減少することはない。しかし、図9（b）に示すように、片持ち梁10が変形した状態では、光軸ズレが生じ光導波路13側に入射する光量が減少する。従って、この様に片持ち梁10の変形量（曲がり量）に応じて伝搬される光量が変化するため、光導波路13側の光量を検出することにより片持ち梁10の変形量を測定することができる。この応用例としては、圧力センサ、加速度センサ、流量センサが考えられる。

【0005】（3）従来技術3：片持ち梁と光導波路を用いた光ICセンサの別の例として図10に示すような構造のものも提案されている（Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 28, No. 2, Feb., 1989, p. 287、及び、「マイクロメカニカル光ICセンサ」、オプトロニクス、1992、No. 9、p. 97）。図10において、基板14上には片持ち梁15が設けられている。この片持ち梁15の根本付近には、その梁の延在方向に直交して光導波路16が形成されている。また、基板14の固定部17上には、光導波路16に平行な状態で光導波路18が形成されている。この場合、光導波路16は片持ち梁15の変形量を検出する信号検出用導波路とされ、光導波路18は参照用導波路とされており、両者はY字型に分岐、合流して光導波路19とつながっている。この様な構造とされた基板14において、片持ち梁15の変形に伴って光導波路16が変形し、これにより屈折率が変化して導波路内を伝搬する光の位相が変化する。この様な位相変化によって片持ち梁15の変形量が測定できる。

【0006】ここで、そのような位相変化により信号検出を行う動作原理を、図11、図12に示す基本構造であるマッハツェンダ干渉計を用いて説明する。前述した図10の片持ち梁15に相当する変形領域がこの図11ではA領域（微細構造のダイアフラム部）に相当する。変形するA領域上の光導波路16を通して位相が変化した光と、固定部17上の光導波路18を通して位相が変化しない光とはY状の分岐部で合流し、光導波路19で

合波干渉したとき、この光導波路19から出力される光の光強度は両方の位相によって変化する。この場合、図12(a)に示すように、両方の光が同相の場合は、合波されることにより0次モードが励起され、光導波路19から出力される光の光量は最大となる。また図12(b)に示すように、両方の光が逆相の場合は、一次モードが励起されるため光波が導波路外部へ放射され(シングルモード導波路の場合)、光導波路19からは光が出力されない。この様に光導波路19から出力される光量を測定することによって、A領域すなわち片持ち梁15の変形量を測定することができる。

【0007】また、位相変化により信号検出を行う別の例を、図13及び図14に基づいて説明する。図13に示すように、基板14上には2本の光導波路20、21が形成されており、これら光導波路20、21はX状の分岐部にて光導波路16、18と交差している。この場合、光導波路21は光導波路20よりも導波路の幅が狭く形成されている。基板14の端面には反射ミラー22が設けられている。この様な構造はモードデバイスとして機能するものである。まず、左側の幅の広い光導波路20から入射した光は、分岐部にて1:1に分岐され、光導波路16、18内を伝搬していき、反射ミラー22により反射されて再度分岐部に戻ってくる。この時、両方の光が図14(a)に示すように同相であれば0次モードが励起され、光は広い幅の光導波路20の方へ伝搬していく。また、両方の光が図14(b)に示すように逆相であれば1次モードが励起され、光は狭い幅の光導波路21の方に伝搬していく。この様に光が同相か否かはA領域の状態、すなわち前述の片持ち梁15の構造の場合はその変形量によって決まるものであるため、光導波路20、21に戻ってくる光量を調べることにより片持ち梁15の変形量を測定することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来技術1(図7参照)の場合、探針3に電圧を印加するため配線4と、ピエゾ抵抗6a、6b又は配線7a、7bとの間の放電を防ぐため、両者間を距離Dだけ離れた構造にしている。しかし、配線4への印加電圧が1KV程度と高いため、この電圧が変動すると、両者間に寄生した寄生容量を介して、電圧変動によるノイズがピエゾ抵抗6a、6bにより検出された信号に混入してしまい、測定誤差の原因となる。また、ピエゾ抵抗6a、6bに流す電流によるジュール熱によって、片持ち梁2a、2bが曲がってしまい、測定誤差の原因となる。

【0009】次に、従来技術2(図8、9参照)、従来技術3(図10乃至14参照)の場合、光導波路11、13(または16、18)を用いて光量差から片持ち梁10(または15)の変形量を検出する基本的な動作原理が述べられている。しかし、従来技術2、3の光ICセンサは、圧力、加速度、流量等の比較的大きな力を検

出するセンサに用いられるものであり、そのような光導波路11、13(または16、18)を用いた光ICセンサを、感光体ドラムの表面電位の測定やトナー電位分布の測定、試料表面形状やその他の物理量の測定に応用した例は見当たらない。また図8や図10の構成では、基板に形成された片持ち梁の変形を光導波路を用いて間接的に検出するため、原子間力、磁力、静電引力などの微小な力の検出は困難である。

【0010】本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、請求項1、2の発明の目的は、従来技術2、3の原理を応用し、小型化、アレイ化が可能で、かつ、ノイズによる測定誤差が小さい、物理量測定装置に用いられる測定器用探針装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の測定器用探針装置は、基板に対して可動で探針が接続された第一の光導波路と、この第一の光導波路の端面に対向する端面を有し、前記基板に固定された第二の光導波路とを備えた構成とした。すなわち、この探針装置では、片持ち梁構造の第一の光導波路の先端に探針が取り付けられており、この探針に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くことによって基板に対して可動である第一の光導波路が変形し、この変形の度合いを第一の光導波路から第二の光導波路に伝搬する光の光量変化によって検出することにより、探針に働く力を検出することができる。このように、請求項1の測定器用探針装置では、第一の光導波路自体が片持ち梁であり、探針を介して直接力を受けて変形するため、微小な力でも検出することができ、物理量の測定に応用することができる。

【0012】請求項2の測定器用探針装置は、基板に対して可動で探針が接続された第一の光導波路と、前記基板に固定された第二の光導波路と、前記第一の光導波路を伝搬する光と前記第二の光導波路を伝搬する光とが干渉を起こすようにこれら2つの光導波路が合流する前記基板上の位置に配設された第三の光導波路とを備えた構成とした。すなわち、この探針装置では、片持ち梁構造(あるいは両持ち梁構造)の第一の光導波路の先端に探針が取り付けられており、この探針に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くことによって基板に対して可動である第一の光導波路が変形し、この変形により第一の光導波路内を伝搬する光の位相が変化し、第一の光導波路を伝搬する光と第二の光導波路を伝搬する光とが合流して干渉を起こし第三の光導波路内を伝搬する光の光量が変化する。従って、この変形の度合いを第三の光導波路内を伝搬する光の光量変化によって検出することにより、探針に働く力を検出することができる。このように、請求項2の測定器用探針装置では、第一の光導波路自体が片持ち梁(あるいは両持ち梁)であり、探針を介して直接力を受けて変形するため、微小な力でも検出

ることができ、物理量の測定に応用することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0014】まず、請求項1記載の発明の実施の形態を図1、図2に基づいて説明する。尚、前述した従来技術と同一の構成部分については同一符号を付し、その同一の構成部分についての説明は省略する。

【0015】図1は請求項1記載の発明の第一の実施例を説明するための図であって、(a)は測定器用探針装置の斜視図、(b)は(a)に示す測定器用探針装置のI-I線部分の断面図である。前述した従来技術2(図8、9参照)と同様に、図1の基板9の中央には光導波路11が設けられているが、この光導波路11は基板9の一端側の固定部12からその一部が基板中央の開口部に突出して片持ち梁構造をしている。また、この光導波路11(第一の光導波路)の可動部側端面11aと対向する端面13aを有する光導波路13(第二の光導波路)が基板9の他端側の固定部12上に形成されている。そして、ここでは片持ち梁構造の光導波路11の可動部先端に探針23が取り付けられている。

【0016】この様な構成において、探針23の先端が図示しない測定対象物の表面に近接されると、探針23に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くことによって片持ち梁構造である光導波路11が変形し、この変形の度合いを光導波路11から光導波路13に伝搬する光の光量変化(図9参照)によって検出することにより、探針23に働く力を検出することができる。この様に光学的手法により力の測定を行うことができるため、抵抗素子(図7に示したピエゾ抵抗6a、6b参照)を用いて測定したときのようなジュール熱による片持ち梁(光導波路11)の変形が生じることが無く、また配線部や力検出部の簡略化を図ることができる。また、本発明の構成はいわゆる半導体製造工程を用いることにより作製できるため、バッチ(一括)プロセスにより大量に均一性良く作製できるし、基板上に複数本の片持ち梁構造の光導波路11を一度に作製することができる。また片持ち梁の変形を捉えるために、光でこの様な長い光路長を必要とはしないので、小型化、アレイ化が可能となる。従って、本発明の探針装置を用いることにより、小型で多点同時測定、すなわち高速な測定が可能となる物理量測定装置が実現できる。

【0017】次に図2は請求項1記載の発明の第二の実施例を説明するための図であって、図1(a)のI-I線部分に相当する測定器用探針装置の断面図である。図2に示す探針装置においては、図1の装置構成に加えて、基板9の両面に導電膜としての金属膜24を塗布した構成となっている。これにより、光導波路11(第一の光導波路)の根本付近に接続したリード線25から探針23への電圧印加を行うことができ、感光体やトナー等の

測定対象物の表面電位の測定を行うことができる。また、この様に光導波路11、13の表面に金属膜24を塗布することによって、光が導波路外に漏れ出るようなこともなくなるため、感光体の表面電位測定に悪影響を与えることが無い。また、後述するように、感光体が感度を有さない波長の光源を用いる場合は、金属膜24の代わりに透明導電膜を用いても良い。

【0018】次に請求項2の発明の実施の形態を図3から図5に基づいて説明する。尚、前述した従来技術と同一の構成部分については同一符号を付し、その同一の構成部分についての説明は省略する。

【0019】図3は請求項2記載の発明の第一の実施例を説明するための図であって、(a)は測定器用探針装置の斜視図、(b)は(a)に示す測定器用探針装置のII-II線部分の断面図である。前述した従来技術2(図10乃至12参照)と同様に、図3の基板14には光導波路16(第一の光導波路)が設けられているが、この光導波路16は基板14の固定部17からその一部がV字状に基板外に突出して片持ち梁構造(考え方によっては両持ち梁構造)をしている。また、基板14の固定部17上には光導波路16と平行に配置されたV字状の光導波路18(第二の光導波路)が形成され、さらに光導波路16と光導波路18とが交差する位置には光導波路19(第三の光導波路)が形成されている。そしてここでは片持ち梁構造の光導波路16の先端に探針23が形成されている。

【0020】この様な構成において、探針23の先端が図示しない測定対象物の表面に近接されると、探針23に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くことによって片持ち梁構造で基板14に対して可動である光導波路16が変形し、この変形により光導波路16内を伝搬する光の位相が変化し、光導波路16を伝搬する光と光導波路18を伝搬する光とが合流して干渉を起こし光導波路19内を伝搬する光の光量が変化する(図12参照)。従って、この変形の度合いを光導波路19内を伝搬する光の光量変化によって検出することにより、探針23に働く力を検出することができる。この様に光学的手法により力の測定を行うことができるため、抵抗素子(図7に示したピエゾ抵抗6a、6b参照)を用いて測定したときのようなジュール熱による片持ち梁(光導波路16)の変形が生じることが無く、また配線部や力検出部の簡略化を図ることができる。また、本発明の構成はいわゆる半導体製造工程を用いることにより作製できるため、バッチ(一括)プロセスにより大量に均一性良く作製できるし、基板上に複数本の片持ち梁構造の光導波路16を一度に作製することができる。また片持ち梁の変形を捉えるために、光でこの様な長い光路長を必要とはしないので、小型化、アレイ化が可能となる。従って、本発明の探針装置を用いることにより、小型で多点同時測定、すなわち高速な測定が可能となる物理量測定

装置が実現できる。

【0021】次に図4は請求項2記載の発明の第二の実施例を説明するための図であって、図3(a)のII-II線部分に相当する測定器用探針装置の断面図である。図4に示す探針装置においては、図3の装置構成に加えて、基板14の両面に導電膜としての金属膜24を塗布した構成となっている。これにより、光導波路16、18の根本付近に接続したリード線25から探針23への電圧印加を行うことができ、感光体やトナー等の測定対象物の表面電位の測定を行うことができる。また、この様に光導波路16、18、19の表面に金属膜24を塗布することによって、光が導波路外に漏れ出るようなこともなくなるため、感光体の表面電位測定に悪影響を与えることが無い。また、後述するように、感光体が感度を有さない波長の光源を用いる場合は、金属膜24の代わりに透明導電膜を用いても良い。

【0022】次に図5は請求項2記載の発明の第三の実施例を説明するための図であって、測定器用探針装置の斜視図である。図5に示す探針装置では、前述した従来技術3(図13、14参照)と同様に、図5の基板14には光導波路16(第一の光導波路)と光導波路18(第二の光導波路)が平行に設けられているが、一方の光導波路16は、基板14の矩形形状の切欠き部上に架設されており、固定部17からその一部が上記切欠き部で露出していて両持ち梁構造をしている。そしてこの光導波路16の両持ち梁構造の中央部に探針23が形成されている。また、基板14の固定部17上には2本の光導波路20、21(第三の光導波路)が形成されており、これら光導波路20、21はX状の分岐部に光導波路16、18と交差している。また、光導波路16、18の端面側の基板14の端面には反射ミラー22が設けられている。

【0023】この様な構成において、探針23の先端が図示しない測定対象物の表面に近接されると、探針23に原子間力、磁力、静電引力等の力が働くことによって両持ち梁構造で基板14に対して可動である光導波路16が変形し、この変形により光導波路16内を伝搬する光の位相が変化する。従って、その変形の度合いを、光導波路16、18を伝搬し、反射ミラー22により反射されて再び光導波路16、18を伝搬して光導波路20、21に戻って来た光の光量変化(図13、14参照)によって検出することにより、探針23に働く力を測定することができる。この様に光学的手法により力の測定を行うことができるため、抵抗素子(図7に示したビエゾ抵抗6a、6b参照)を用いて測定したときのようなジュール熱による両持ち梁(光導波路16)の変形が生じることが無く、また配線部や力検出部の簡略化を図ることができる。また、本発明の構成はいわゆる半導体製造工程を用いることにより作製できるため、バッチ(一括)プロセスにより大量に均一性良く作製できる

し、基板上に複数本の両持ち梁構造の光導波路16を一度に作製することができる。また両持ち梁の変形を捉えるために、光でこの法のような長い光路長を必要としないので、小型化、アレイ化が可能となる。従って、本発明の探針装置を用いることにより、小型で多点同時測定、すなわち高速な測定が可能となる物理量測定装置が実現できる。

【0024】尚、図示を省略するが、本実施例においても図4と同様に、基板14の両面に導電膜としての金属膜24を塗布し、光導波路16、18、20、21の根本付近に接続したリード線25から探針23への電圧印加を行うことができ、表面電位の測定を行うことができる。また、この様に光導波路16、18、20、21の表面に金属膜24を塗布することによって、光が漏れ出るようなこともなくなるため、感光体の表面電位測定に悪影響を与えることが無い。また、後述するように、感光体が感度を有さない波長の光源を用いる場合は、金属膜24の代わりに透明導電膜を用いても良い。

【0025】以上の請求項1、請求項2の発明の実施例において、光導波路を通り、光導波路の変形検出に用いられる光源としては、その発光波長が感光体試料が感度を有さない波長であるものが好ましい。また、その受光素子はこの発光波長に感度を有するものであることが好ましい。ここで、例えば感光体が電子写真に用いられる感光体であった場合について、適当な光源と受光素子の例を以下に述べる。

【0026】図6は電子写真に用いられる周知の代表的な感光体の分光感度を表したものであり、①はSe、②は硫化亜鉛と硫化カドミウムとの混合物、③は有機感光体(polyvinylcarbazoleとtrinitrofluorenoneを1:1に混合した物質)を正に帯電させたもの、④は有機感光体(③と同様な物質)を負に帯電させたもの、⑤はLPC(Layered Photo Conductor){約0.1 μ m厚のchlorodianeblueとdiphenylhydrazoneとの混合物の膜CGL(Charge Generation Layer)の上に約15 μ mのCTL(Charge Transport Layer)を積層したもの}である。

【0027】図6から明らかなように、波長が400nm付近では、①のSeと②の硫化亜鉛と硫化カドミウムとの混合物とが特に高い感度を有している。また、600nm付近では、⑤のLPCが特に感度を有している。また、③の正に帯電した有機感光体は600nm付近に感度を有し、④の負に帯電した有機感光体は400nm~600nmの範囲で感度を有している。

【0028】これにより、感光体は600nm以上の波長の光に対して感度を持たないことが分かる。従って、この様なことから波長600nm以上の波長の光を発する光源と、この600nm以上の波長に感度を持つ受光素子とを用いる。また、分光感度に対してある程度の余裕度を持たせる意味から、好ましくは900nm以上の

光を発する光源及び受光素子を用いると良い。この90 *【0029】

0nm以上の波長に対応する光源及び素子としては、以 【表1】

下の表1、2に示すような物がある。

*

光源 (900nm以上)		
種類	組成	発光波長 (nm)
半導体レーザー	$Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$	910~1700
	$(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}As$	820~1570
	$Pb_{1-x}Cd_xS$	2660~4350
	$Pb_{1-x}Se_x$	4350~8330
	$Pb_{1-x}Sn_xSe$	8330~33300
	$Pb_{1-x}Sn_xTe$	6670~33300
気体レーザー	He-Ne	1152
	He-Ne	3392
	He-Xe	3500
	CO	5200
	HF	2700~3620
	CS_2, N_2O	11000
	NO	6000
	CN	5000
	H ₂ O	27970
	H ₂ O	118650
固体レーザー	Nd/YAG	1064.1
	Nd/リン酸ガラス	1056.0
カラーセンタレーザー	ホスト結晶LiF	820~1050
	NaF	990~1220
	KF	1220~1500
	NaCl	1400~1750

【0030】

※ ※【表2】

受光素子 (900nm以上)		
種類	組成	感度波長 (nm)
フォトダイオード	Ge	1000~1900
アバランシェフォトダイオード	Ge	800~1500
フォトダイオード	InGaAs	850~1650
光導電素子	PbS	1000~3500
	PbSe	2000~5000
	HgCdTe	2000~4800
光起電力素子	InAs	2000~3300
	InSb	2000~5500
熱電素子		7000~20000

【0031】また、600nm以上の波長に対応する光 ★示すような物がある。

源及び受光素子としては前記900nm以上の波長に対 【0032】

応する光源及び受光素子に加えて、以下の表3、表4に★ 【表3】

光源 (600nm以上)		
種類	組成	発光波長 (nm)
半導体レーザー	$Al_xGa_{1-x}As$	670~900
	$Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$	650~900
	$Ga_xIn_{1-x}Al_yP_{1-y}$	670
ガスレーザー	N ₂	750~1300
	He-Ne	632.8
固体レーザー	ルビー	694.3

【0033】

☆ ☆【表4】

受光素子 (600nm以上)		
種類	組成	感度波長 (nm)
フォトダイオード	Si	190~1000
拡散型フォトダイオード	GaAsP	300~760
ショットキーフォトダイオード	GaAsP	190~760
アバランシェフォトダイオード	Si	400~1000

【0034】また、図6において③、⑤の物質に関して◆50◆は400nm以下の波長に対して感度が低いことから、

その400nm以下の波長の光源と、この波長に感度を
持つ受光素子とを用いる。この400nm以下の波長に
対応する光源及び受光素子としては以下の表5、表6に*

【0035】

【表5】

光源 (400nm以下)		
種類	組成	発光波長 (nm)
気体レーザー	H ₂	109.8~123
	H ₂	156.7~161.3
	O ₂	156.8~161.4
	F ₂	157
	ArF	193
	KrCl	222
	KrF	248
	XeF	351
	XeCl	308
	He-Cd	325
	He-Cd	441.6
	N ₂	337.1
	N ₂	358

【0036】

※ ※【表6】

受光素子 (400nm以下)		
種類	組成	感度波長 (nm)
フォトダイオード	Si	190~1100
PINフォトダイオード	Si	320~1100
ショットキーフォトダイオード	GaAsP	190~760
	GaP	190~560
光導電セル	CdS	400~700

【0037】上述したように、感光体の分光感度を持たない波長の光を用い、各種の光源及び受光素子の中から発光波長と分光感度のある波長が一致する物を組み合わせて、前述の実施例で示した各探針装置の光導波路の変形を検出すれば、感光体上での静電潜像形成の状態が乱されることが無くなり、これにより測定誤差を無くして感光体表面電位等の測定を行うことができる。

【0038】また、図2、図4及び図示しなかった請求項2の発明の第三実施例に金属コートを施した実施例に関して、上記のように光源と受光素子を組み合わせて用い、光が光導波路から漏れても感光体に影響が出ないから、金属コートの代わりに透明導電膜を用いることができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明は、基板に対して可動で探針が接続された(片持ち梁構造の)第一の光導波路と、この第一の光導波路の端面对向する端面を有し、前記基板に固定された第二の光導波路とを備えたことを特徴とする測定器用探針装置であるので、原子間力、磁力、静電引力等の微小な力を検出することができ、しかも従来の抵抗素子を用いた場合のようにジュール熱による片持ち梁の変形が生じることが無く、また、配線部や力検出部の簡略化を図ることができる。また、半導体製造工程により基板上に大量に均一性良く複数本の片持ち梁構造の光導波路を一度に作製できる。また、片持ち梁の変形を捉えるために、光でこの法のような長い光路長を必要としないので、小型化、アレイ化が可能となる。従って、本発明の装置を用いる★50

★ことにより、小型で多点同時測定、すなわち高速な測定が可能となる物理量測定装置が実現できる。

【0040】請求項2記載の発明は、基板に対して可動で探針が接続された(片持ち梁構造あるいは両持ち梁構造の)第一の光導波路と、前記基板に固定された第二の光導波路と、前記第一の光導波路を伝搬する光と前記第二の光導波路を伝搬する光とが干渉を起こすようにこれら2つの光導波路が合流する前記基板上の位置に配設された第三の光導波路とを備えたことを特徴とする測定器用探針装置であるので、原子間力、磁力、静電引力等の微小な力を検出することができ、しかも従来の抵抗素子を用いた場合のようにジュール熱による片持ち梁の変形が生じることが無く、また、配線部や力検出部の簡略化を図ることができる。また、半導体製造工程により基板上に大量に均一性良く複数本の片持ち梁構造あるいは両持ち梁構造の光導波路を一度に作製できる。また、片持ち梁あるいは両持ち梁の変形を捉えるために、光でこの法のような長い光路長を必要としないので、小型化、アレイ化が可能となる。従って、本発明の装置を用いることにより、小型で多点同時測定、すなわち高速な測定が可能となる物理量測定装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の発明の第一の実施例を説明するための図であって、(a)は測定器用探針装置の斜視図、(b)は(a)に示す測定器用探針装置のI-I線部分の断面図である。

【図2】請求項1記載の発明の第二の実施例を説明するための図であって、図1(a)のI-I線部分に相当す

13

る測定器用探針装置の断面図である。

【図3】請求項2記載の発明の第一の実施例を説明するための図であって、(a)は測定器用探針装置の斜視図、(b)は(a)に示す測定器用探針装置のII-II線部分の断面図である。

【図4】請求項2記載の発明の第二の実施例を説明するための図であって、図3(a)のII-II線部分に相当する測定器用探針装置の断面図である。

【図5】請求項2記載の発明の第三の実施例を説明するための図であって、測定器用探針装置の斜視図である。

【図6】電子写真に用いられる周知の代表的な感光体の、波長に対する分光感度を表した図である。

【図7】従来技術の一例を示す図であって、(a)は測定器用探針装置の断面図、(b)は測定器用探針装置の要部平面図である。

【図8】従来技術の別の例を示す図であって、片持ち梁と光導波路を用いた光ICセンサの斜視図である。

【図9】図8に示すセンサの動作原理の説明図である。

【図10】従来技術のさらに別の例を示す図であって、(a)は片持ち梁と光導波路を用いた光ICセンサの斜視図、(b)は(a)に示すセンサのA-A線部分の断面図である。

【図11】従来技術のさらに別の例を示す図であって、変形領域を有する基板と光導波路を用いた光ICセンサの斜視図である。

14

【図12】図11に示すセンサの動作原理の説明図である。

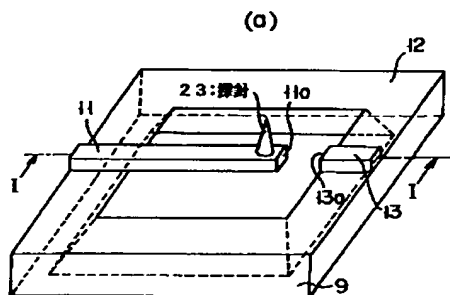
【図13】従来技術のさらに別の例を示す図であって、変形領域を有する基板と光導波路を用いた光ICセンサの別の例の斜視図である。

【図14】図13に示すセンサの動作原理の説明図である。

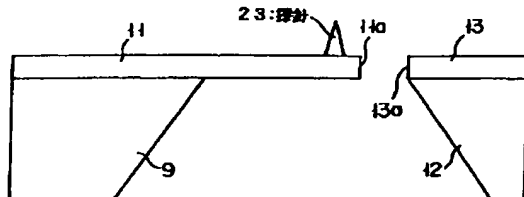
【符号の説明】

- | | |
|-----|-----------------|
| 9 | 基板 |
| 11 | 第一の光導波路 |
| 11a | 第一の光導波路の可動部側の端面 |
| 12 | 固定部 |
| 13 | 第二の光導波路 |
| 13a | 第二の光導波路の端面 |
| 14 | 基板 |
| 16 | 第一の光導波路 |
| 17 | 固定部 |
| 18 | 第二の光導波路 |
| 19 | 第三の光導波路 |
| 20 | 第三の光導波路 |
| 21 | 第三の光導波路 |
| 23 | 探針 |
| 24 | 導電膜(金属膜等) |
| 25 | リード線 |

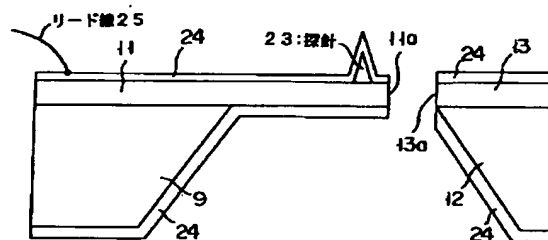
【図1】



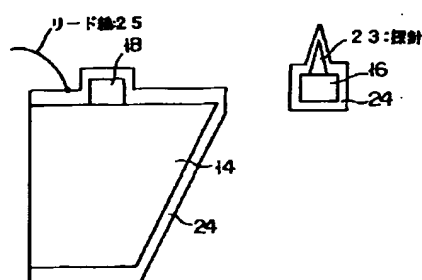
(b)



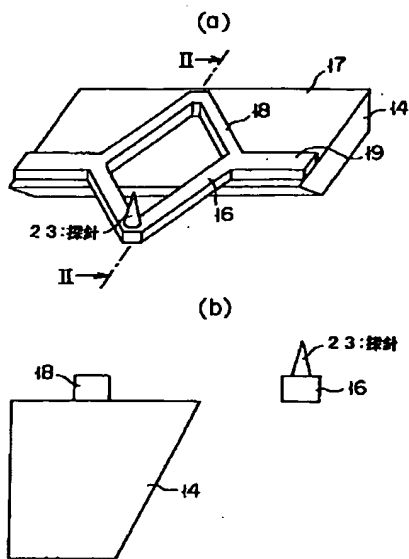
【図2】



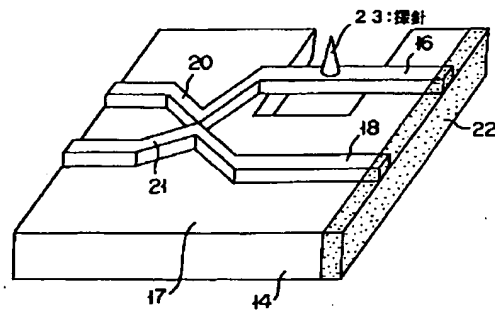
【図4】



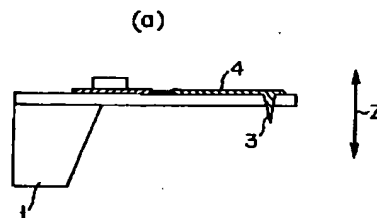
【図3】



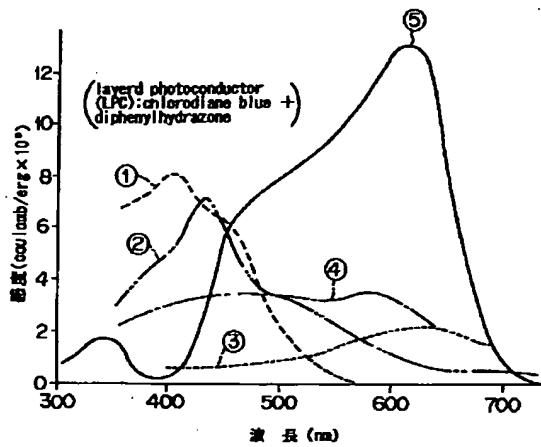
【図5】



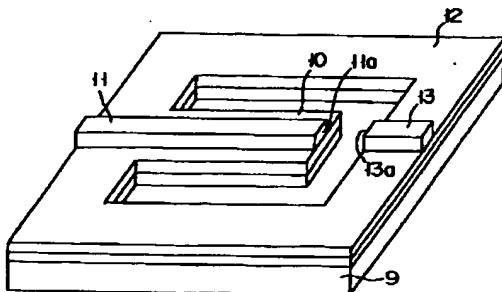
【図7】



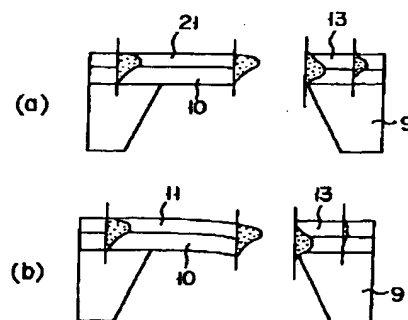
【図6】



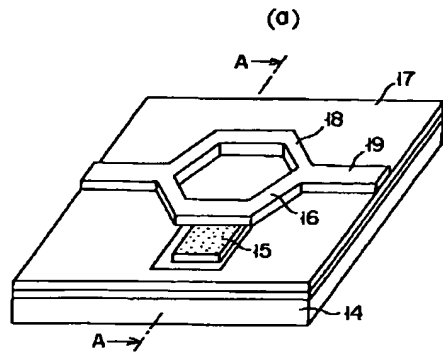
【図8】



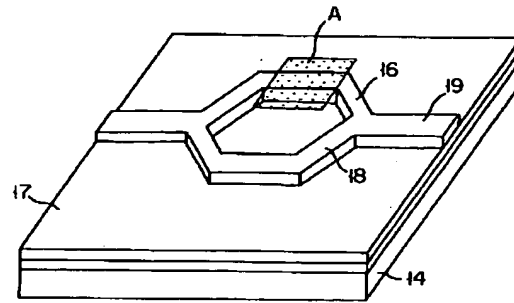
【図9】



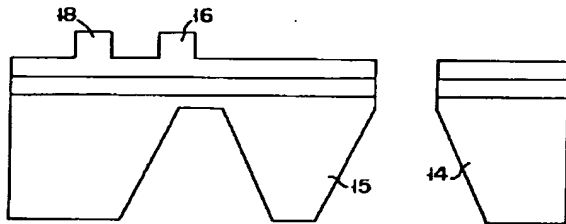
【図10】



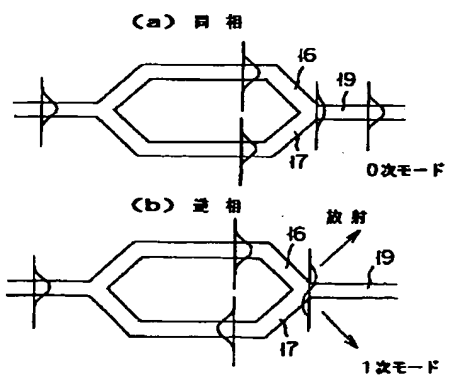
【図11】



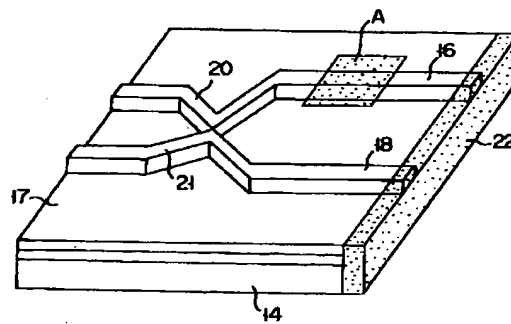
(b)



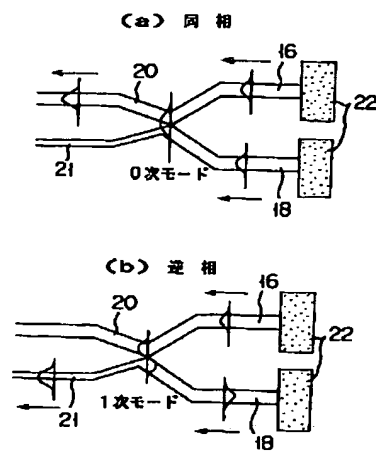
【図12】



【図13】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.